



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Геоэкологии, природопользования и экологической безопасности

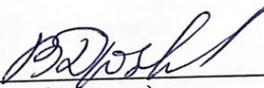
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
бакалавра

На тему: «Исследование и анализ электромагнитного загрязнения городской
среды Калининского района г. Санкт-Петербурга»

Исполнитель: Попок Дарья Андреевна
(фамилия, имя, отчество)

Научный руководитель: кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)
Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)

кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)
Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

« 20 » июня 2023 г.

Санкт-Петербург
2023

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Электромагнитное излучение, его основные источники и опасности для здоровья человека.....	9
1.1 Виды и характеристики электромагнитного излучения.....	10
1.2 Естественные и искусственные источники электромагнитного излучения.....	11
1.3 Основные источники электромагнитного излучения в городских условиях.....	14
1.4 Опасность воздействия электромагнитного излучения на организм взрослого человека.....	15
1.5 Опасность воздействия электромагнитного излучения на организм детей.....	18
2. Гигиеническое нормирование электромагнитных излучений.....	20
2.1 Предельно-допустимые уровни воздействия переменных электромагнитных полей частотой 50Гц при производстве работ под напряжением на воздушных линиях электропередачи напряжением 220-150 кВ.....	21
2.2 Предельно-допустимые уровни воздействия переменных электромагнитных полей частотой 50Гц в жилых помещениях	23
2.3 Предельно допустимые уровни ЭМИ промышленной частоты для населения.....	23
2.4 Методы и средства мониторинга электромагнитного излучения.....	24
3. Натурные измерения электромагнитного излучения на территории Калининского района Санкт-Петербурга и полученные результаты.....	26
3.1 Обоснование выбора района исследования.....	26
3.2 Измерительный прибор и методика исследования.....	34
3.3 Анализ полученных натурных измерений	37
4. Практические рекомендации по снижению негативного воздействия электромагнитного излучения.....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	46

ВВЕДЕНИЕ

Электромагнитное излучение – это распространение электромагнитных волн через пространство. Они состоят из комбинации электрических и магнитных полей, которые перпендикулярны друг другу и распространяются перпендикулярно к направлению колебания полей. Излучение может иметь различные длины волн и частоты, в зависимости от источника, который его создает.

Излучение может иметь как широкополосный, так и узкополосный спектр, что зависит от режима работы источника. Его свойства могут изменяться в зависимости от места, где находится источник излучения, а также от характеристик среды, которую проходит излучение.

Различные частоты электромагнитного излучения могут иметь разные воздействия на окружающую среду[1].

Изучая электромагнитное излучение, можно получать огромное количество информации о природных и технологических процессах. В медицине, например, рентгеновские лучи используются для диагностики и лечения болезней, а в радарх – для обнаружения объектов в воздухе и на море [2].

Являясь жителями современного мира, мы можем замечать быстрые темпы развития электронной промышленности. На сегодняшний день у каждого человека дома можно найти микроволновую печь, холодильник, телевизор, стиральную и посудомоечную машинки, электрическую плиту, различные осветительные приборы и множество других полезных устройств и мелочей. На данный момент наши дома можно назвать бетонными коробочками с повышенным уровнем электромагнитного излучения.

Так же учеными было установлен, что электромагнитные излучения всех приборов на планете, используемых людьми, превышают уровень геомагнитного поля Земли в 1000.000раз!

Ведущие научные центры мира проводят исследования влияния электромагнитного излучения на организм человека. После полученных фактов Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) признали угрозу влияния электромагнитного излучения основной на жизнь и здоровье человека.

Вот некоторые из них: исследования Каролинского института в Стокгольме показали, что дети в возрасте до 15 лет в 2,7 раза чаще заболевают лейкемией, находясь в магнитном поле сильнее 0,2 мкТл. А если поле более чем 0,3 мкТл, дети болеют уже в 3,8 раза чаще. Их исследования так же подтвердили ученые Шведского национального института профессиональных заболеваний, доказав, что влияние электромагнитных полей ЛЭП ведет к росту числа случаев рака крови и мозга у детей и взрослых. Статистика Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) показывает, что при работе на компьютере зрение детей ухудшается со скоростью 1-а диоптрия в год. При этом, негативные изменения происходят также в иммунной, эндокринной и центральной нервной системах. Сильное негативное влияние электромагнитных полей компьютера отмечено на детородной функции и женщин, и мужчин. Ученые Швеции установили, что у беременных женщин, работающих на компьютере, в 1,5 раза чаще случаются выкидыши и в 2,5 раза выше риск рождения детей с врожденными нарушениями ЦНС и болезнями сердца. Поэтому, беременным женщинам и кормящим грудью матерям работать на компьютерах категорически запрещено. По заключению экспертов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), результатом продолжительного влияния электромагнитных полей, даже относительно слабого уровня, что доказано проведенными в ряде стран исследованиями, могут быть: раковые заболевания, изменение поведения, потеря памяти, болезни Паркинсона и Альцгеймера, синдром внезапной смерти внешне здорового человека (чаще это наблюдается в метро, электричках или вблизи мощных электросиловых установок), угнетение половой функции,

увеличение количества самоубийств в крупных городах и многие другие негативные состояния, Наиболее опасно влияние электромагнитных полей для развивающегося организма в утробе матери, детей, а также людей, подвержены аллергическим заболеваниям[3]

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) координирует вопросы обеспечения электромагнитной безопасности начиная с 1995 года. В ВОЗ функционирует долговременная программа WHO EMF Project, (Radiofrequency Electromagnetic Fields and Health) [4] главная цель которой представляет собой координирование соответствующих исследований а также синтез их результатов вместе с целью формирования глобальных оценок и рекомендаций в области проблемы биологического действия ЭМП. Кроме того, была учреждена Международная Комиссия по защите от неионизирующих излучений (ICNIRP)[5], ставшая значимым органом, контролирующим реализацию обеспечения электромагнитной безопасности на практике. Следует, однако, уточнить, что данная комиссия ориентирована, прежде всего, на обеспечение безопасности человека.

В Российской Федерации вопросам электромагнитной безопасности также уделяется значительно внимание. Система нормирования электромагнитных излучений складывается из: Федеральных законов (Федеральный закон №52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»; Федеральный закон «О государственном регулировании в области обеспечения электромагнитной совместимости технических средств»; Федеральный закон №126-ФЗ «О связи»), Государственных стандартов (например, ГОСТ 12.1.006-84 «Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»), Санитарных правил и норм (СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов», СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 «Гигиенические

требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной связи» и др.).

В России учреждён национальный комитет по защите от неионизирующих излучений[6], который проводит оценку состояния знаний о влиянии неионизирующего излучения на здоровье и благополучие человека, составляет научно-обоснованные рекомендации по снижению облучения ЭМП. Кроме того, предъявляются строгие требования к размещению передающих радиотехнических объектов со стороны Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, особенно в случаях, когда в непосредственной близости находятся жилые постройки.

Очевидно, что в крупных городах не представляется возможным обеспечить условия, при которых человек не будет подвергаться действию электромагнитного излучения, поскольку источники излучения расположены повсеместно и используются в быту ежедневно. Для г.Санкт-Петербург данная проблема особенно актуальна, ведь он является мегаполисом и продолжает активно расти, что требует, например, размещения новых антенн базовых станций сотовой связи, размещение которых в ряде допускается на крышах жилых, общественных зданий. Помимо этого, существенный вклад в повышение электромагнитного фона в мегаполисах вносит электротранспорт.

Всё это вызывает опасения среди населения, особенно ввиду того, что, согласно ряду исследований, продолжительное пребывание человека в зонах с увеличенным значением электромагнитного фона отрицательно сказывается на состоянии здоровья людей. ЭМП является одной из причин развития синдрома преждевременного старения организма, признаками которого являются такие симптомы, как: снижение работоспособности и иммунитета, обострение хронических заболеваний, раннее нарушение уровня холестерина, угнетение функции репродуктивной системы.

Настоящая работа будет способствовать привлечению внимания к проблеме обеспечения электромагнитной безопасности населения. По результатам исследования планируется составить ряд рекомендаций для населения по снижению негативного воздействия электромагнитного излучения.

Цель работы: оценка натуральных значений электромагнитного излучения вдоль оси линии электропередач и вблизи жилой застройки, для контроля соблюдения санитарных норм застройщиками Калининского района.

Задачи исследования:

- провести измерения в районе исследования с целью получения натуральных данных, позволяющих судить о степени ЭМ загрязнения;
- изучение литературы и нормативной документации по проблемам электромагнитного загрязнения городской среды;
- анализ результатов, полученных в ходе практических измерений и работы с литературными источниками; разработка практических рекомендаций по снижению вреда здоровью человека от действия электромагнитного излучения.

Объектом исследования данной проблемы в исследовательской работе будут являться источники электромагнитного излучения в Калининском районе г. Санкт-Петербург.

Предмет исследования – уровень электромагнитного загрязнения в Калининском районе г. Санкт-Петербург.

Объект исследования – Калининский район г. Санкт-Петербург, участки с расположением высоковольтных линий электропередач (ЛЭП) и окрестности с жилыми домами и скверами вдоль проспекта Маршала Блюхера и смежных улиц.

Материалы исследования: научные статьи и учебная литература по проблемам воздействия ЭМ излучения на организм человека, а также полученные путём собственных натуральных исследований данные.

Методы исследования:

- теоретические (анализ научной литературы по проблеме исследования, нормативных документов и методических рекомендаций);
- картографические (подготовка и оформление карт всех районов исследования);
- инструментальный (проведение полевых приборных измерений);
- расчетный математический (работа с данными, полученными в разных пунктах наблюдений – расчёт средних значений, сравнение, выявление наибольших и наименьших значений и т.п.);

Практическая значимость: результаты исследования будут способствовать выработке рекомендаций по защите населения от действия электромагнитного излучения исходящего от техногенных источников в Калининском районе Санкт-Петербурга.

1. Электромагнитное излучение и его источники в городских условиях

Электромагнитное излучение (ЭМИ) – это распространение электромагнитных колебаний в пространстве. Источниками ЭМИ являются различные устройства электронной техники, радио- и телевидение, связь и т.д.

В городских условиях основными источниками ЭМИ являются мобильная связь, радиовещание, телевидение, беспроводные сети Wi-Fi и Bluetooth, микроволновые печи и другие электронные устройства. Также значительное влияние на уровень ЭМИ в городских условиях оказывают высоковольтные линии электропередачи, трансформаторные подстанции, электрические токоприемники и др.

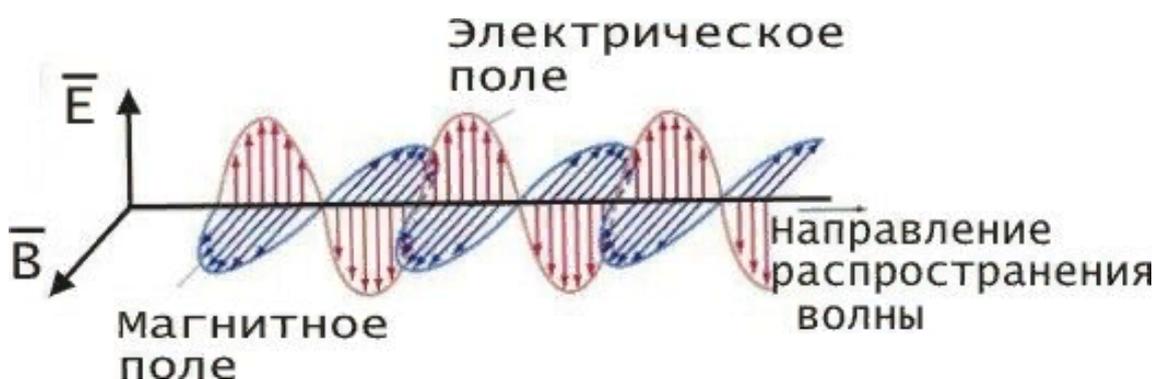


Рисунок 1.1 – Электромагнитная волна

Существует большое количество исследований, посвященных влиянию ЭМИ на здоровье человека и окружающую среду. Например, Российским Гигиеническим Нормативам 2.1.8/2.2.4.1190-03 установлены допустимые уровни ЭМИ для различных зон жилой застройки [7].

ЭМИ (электромагнитные излучения) от электронных устройств – возникают в результате работы многих устройств, таких как компьютеры, телевизоры, мобильные телефоны, микроволновые печи, коммуникационное оборудование и т.д. Эти излучения могут приводить к головным болям, нарушениям сна, усталости, стрессу и даже развитию опухолей.

ЭМИ от электрических линий – генерируются при передаче и распределении электроэнергии, особенно на больших расстояниях. Они могут привести к нарушению работы нервной системы, плохому самочувствию, ухудшению здоровья.

ЭМИ от радиоизлучения – возникают в результате работы радио- и телевещательных станций, сотовых вышек, спутниковых систем связи и др. Эти излучения могут вызывать головные боли, стресс, мигрени, расстройства внимания и концентрации, повреждение глаз и даже рак.

ЭМИ от техногенных источников – генерируются при работе промышленного оборудования, электромоторов, электронагревателей, электродвигателей и т.д. Эти излучения могут приводить к нарушению функционального состояния организма, аномалиям в развитии плода и даже к генетическим мутациям[8].

1.1 Виды и характеристики электромагнитного излучения

Электромагнитное загрязнение – это нежелательное воздействие на окружающую среду различных электромагнитных полей и излучений, оказывающих отрицательное воздействие на организмы живых существ. Выделяют несколько видов этого загрязнения:

- электромагнитные поля высоких частот – выделяются электромагнитными и радиоволнами, создаваемыми телекоммуникационными системами, радиостанциями, радиопередающими устройствами, а также оборудованием радиочастотной терапии – их воздействие может привести к изменениям в нервной системе, сердечно-сосудистой системе, головной боли, нарушениям сна и другим проблемам со здоровьем;

- электромагнитные поля низких частот – связаны с работой бытовой техники, электропроводкой и другими источниками низкочастотного

излучения – их воздействие может привести к изменениям в функционировании сердца и головного мозга;

– электростатическое поле – возникает вблизи высоковольтных линий передачи электроэнергии, а также в местах, где накапливается статический заряд – может вызывать раздражение кожи, головные боли и другие проблемы с здоровьем;

– электромагнитные излучения при приборной диагностике – возникают при использовании различных электронных приборов (рентгеновские, ультразвуковые, магнитно-резонансные томографы и пр.). Их воздействие может быть опасно для здоровья, поэтому при использовании таких приборов необходимо соблюдать все меры предосторожности.

Характеристики электромагнитного загрязнения включают в себя: интенсивность излучения; частоты, на которых осуществляется излучение; дальность распространения излучения; продолжительность воздействия; спектр излучения (какие виды излучения присутствуют); форма излучения (пульсирующее или однородное). Все эти характеристики определяют, какое воздействие будет оказано на окружающую среду и на здоровье человека в частности [9].

1.2 Естественные и искусственные источники электромагнитного излучения

Электромагнитное излучение – это распространяющиеся в пространстве электромагнитные волны, которые обладают электрическим и магнитным полями, перпендикулярными друг другу и взаимодействующими между собой.

Естественные источники электромагнитного излучения:

- 1) атмосферное электричество.
- 2) радиоизлучение Солнца и галактик (реликтовое излучение, равномерно распространенное во Вселенной).

3) Электрическое и магнитное поля Земли (грозы - испускание низких ЭМИ) [10].

Атмосфериками называют ЭМП, создаваемые атмосферными разрядами. Частотный диапазон атмосфериков широк от сотен герц до десятков мегагерц. Их интенсивность максимальна на частотах вблизи 10 кГц и убывает по мере возрастания частоты. В районах, близких к местам грозных разрядов, напряжённости электрической составляющей ЭМП атмосфериков – порядка десятков, сотен и даже тысяч В/м на частотах, близких к 10 кГц.

Основными очагами атмосфериков являются континенты тропического пояса, а к высоким широтам интенсивность грозной деятельности убывает.

Известна суточная и сезонная периодичность грозной деятельности. Грозная деятельность связана также с солнечной активностью: во время вспышек на Солнце атмосферики значительно усиливаются.

Частотный диапазон радиоизлучения Солнца и галактик довольно широк – от 10 МГц до 10 ГГц. Интенсивность солнечного радиоизлучения напрямую связано с солнечной активностью. Поток радиоизлучений из галактик на частоте 100 МГц составляет по порядку величины $\text{Вт/м}^2/\text{МГц}$.

Интенсивность этих радиоизлучений изменяется с суточной периодичностью, что связано с вращением Земли относительно источников излучений. Кроме того, радиоизлучения изменяются по интенсивности с периодичностью 27 – 28 дней, связанной с вращением Солнца, и, наконец, с 11-летней периодичностью солнечной активности[10].

В атмосфере Земли существует электрическое поле (ЕЗ), направленное вертикально к земной поверхности так, что эта поверхность заряжена отрицательно, а верхние слои атмосферы – положительно. Напряжённость этого поля зависит от географической широты: она максимальна в средних широтах, а к экватору и полюсам убывает. С увеличением расстояния от поверхности Земли ЕЗ убывает примерно по экспоненциальному закону (около 5 В/м на высоте 9 км).[11].

Величина ЕЗ испытывает периодические годовые и суточные изменения. Суточные изменения носят как общепланетарный, так и местный характер. Над различными по широте областями океана и в полярных областях суточное изменение Ез происходит по единому универсальному времени и называется унитарной вариацией. Эта вариация связана с суммарной грозовой деятельностью по Земному шару, претерпевающей такие же суточные изменения. Над остальными областями суши суточное изменение Ез связано ещё и с местной грозовой деятельностью и может значительно варьировать в зависимости от времени года. [12]

Искусственные источники электромагнитного излучения:

1. Электроэнергетические системы – это сети электропередач, а также электрооборудование всех типов, которые создают электромагнитное излучение.

2. Радиовещание и телевидение – это важные искусственные источники электромагнитного излучения. Вещательные станции излучают электромагнитные волны на определенных частотах.

3. Сотовые телефоны и другие беспроводные устройства – они работают в диапазоне радио и могут излучать сигналы во время своей работы.

4. Микроволновые печи - они используются для быстрого нагрева еды, обычно на частоте 2,45 ГГц.

5. Медицинская диагностика и лечение - Рентгеновские лучи, магнитно-резонансная томография (МРТ) и ультразвук - все они используются в медицинских целях.

6. Светильники и лампы - используемые для освещения домов, улиц, офисов и заводов.

7. Космические исследования - естественно, что спутники и ракеты, летящие в космос, излучают электромагнитную энергию.

Таким образом, электромагнитное излучение представлено важным компонентом как в естественном, так и искусственном окружающем мире.

Однако, необходимо помнить о возможных негативных последствиях, вызываемых излишним или неправильным использованием источников электромагнитного излучения, которые могут неблагоприятно сказаться на здоровье человека и животных.

Естественные источники электромагнитного излучения включают в себя Солнце, звезды, атмосферу Земли и геомагнитное поле. Солнце является основным естественным источником электромагнитного излучения на Земле, создавая солнечное излучение, которое состоит из различных частот и длин волн, включая видимый свет, ультрафиолетовое и инфракрасное излучение [13].

1.3 Основные источники электромагнитного излучения в городских условиях

В современных городских условиях электромагнитное излучение является неотъемлемой частью нашей жизни. Оно производится как естественными, так и искусственными источниками. Рассмотрим основные источники электромагнитного излучения, которые существуют в городских условиях:

1. Сотовые и беспроводные сети. В настоящее время мобильные телефоны являются неотъемлемой частью жизни людей. Они используют в своей работе радиоволны, которые являются источником электромагнитного излучения.

2. Телевизионные и радиопередающие станции. Они также используют радиоволны в своей работе, что вызывает электромагнитное излучение.

3. Wi-Fi и компьютеры. Роутеры Wi-Fi и компьютеры также являются источниками электромагнитного излучения в городских условиях.

4. Светильники и лампы. Все светильники и лампы, которые используются для освещения городских улиц и домов, излучают электромагнитное излучение.

5. Микроволновые печи. Эти устройства также создают электромагнитное излучение.

6. Транспорт. Электрические поезда, трамваи и автобусы также являются источниками электромагнитного излучения.

7. Медицинское оборудование. Рентгеновские аппараты, магнитно-резонансные томографы и другое медицинское оборудование также создают электромагнитное излучение в городских условиях.

Из-за такого большого количества источников электромагнитного излучения в городских условиях, люди часто сталкиваются с необходимостью защиты от него. Многими исследованиями было доказано, что высокий уровень электромагнитного излучения может негативно сказаться на здоровье человека[14].

1.4 Опасность воздействия электромагнитного излучения на организм взрослого человека

Современный образ жизни, связанный с использованием различной электроники и техники, привел к увеличению уровня электромагнитного излучения, которое воздействует на организм человека. Электромагнитное излучение является потенциально опасным для здоровья человека, особенно при длительном воздействии. С начала 60-х годов в СССР были проведены широкие исследования по изучению здоровья людей, имеющих контакт с ЭМП на производстве. Результаты клинических исследований показали, что длительный контакт с ЭМП в СВЧ диапазоне может привести к развитию заболеваний, клиническую картину которого определяют, прежде всего, изменения функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем. [15]

Наиболее ранними клиническими проявлениями последствий воздействия ЭМИ на человека являются функциональные нарушения со стороны нервной системы, проявляющиеся прежде всего в виде

вегетативных дисфункций неврастенического и астенического синдрома. Лица, длительное время находившиеся в зоне ЭМ-излучения, предъявляют жалобы на слабость, раздражительность, быструю утомляемость, ослабление памяти, нарушение сна. Нередко к этим симптомам присоединяются расстройства вегетативных функций. Нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы проявляются, как правило, нейроциркуляторной дистонией: лабильность пульса и артериального давления, склонность к гипотонии, боли в области сердца и др. Отмечаются также фазовые изменения состава периферической крови (лабильность показателей) с последующим развитием умеренной лейкопении, нейropении, эритроцитопении. Изменения костного мозга носят характер реактивного компенсаторного напряжения регенерации. Обычно эти изменения возникают у лиц по роду своей работы постоянно находившихся под действием ЭМ-излучения с достаточно большой интенсивностью. Работающие с МП и ЭМП, а также население, живущее в зоне действия ЭМП жалуются на раздражительность, нетерпеливость. Через 1-3 года у некоторых появляется чувство внутренней напряженности, суетливость. Нарушаются внимание и память. Возникают жалобы на малую эффективность сна и на утомляемость.

Учитывая важную роль коры больших полушарий и гипоталамуса в осуществлении психических функций человека, можно ожидать, что длительное повторное воздействие предельно допустимых ЭМ-излучения (особенно в дециметровом диапазоне волн) может повести к психическим расстройствам.

Большое число исследований, выполненных в России, и сделанные монографические обобщения, дают основание отнести нервную систему к одной из наиболее чувствительных систем в организме человека к воздействию ЭМП. На уровне нервной клетки, структурных образований по

передачи нервных импульсов (синапсе), на уровне изолированных нервных структур возникают существенные отклонения при воздействии ЭМП малой интенсивности. Изменяется высшая нервная деятельность, память у людей, имеющих контакт с ЭМП. Эти лица могут иметь склонность к развитию стрессорных реакций. Определенные структуры головного мозга имеют повышенную чувствительность к ЭМП. Изменения проницаемости гематоэнцефалического барьера может привести к неожиданным неблагоприятным эффектам. Особую высокую чувствительность к ЭМП проявляет нервная система эмбриона [16].

В настоящее время накоплено достаточно данных, указывающих на отрицательное влияние ЭМП на иммунологическую реактивность организма. Результаты исследований ученых России дают основание считать, что при воздействии ЭМП нарушаются процессы иммуногенеза, чаще в сторону их угнетения. Возникновение аутоиммунитета связывают не столько с изменением антигенной структуры тканей, сколько с патологией иммунной системы, в результате чего она реагирует против нормальных тканевых антигенов. В соответствии с этой концепцией. Основу всех аутоиммунных состояний составляет в первую очередь иммунодефицит по тимус-зависимой клеточной популяции лимфоцитов. Влияние ЭМП высоких интенсивностей на иммунную систему организма проявляется в угнетающем эффекте на Т-систему клеточного иммунитета. ЭМП могут способствовать неспецифическому угнетению иммуногенеза, усилению образования антител к тканям плода и стимуляции аутоиммунной реакции в организме беременной самки. [15]

Нарушения половой функции обычно связаны с изменением ее регуляции со стороны нервной и нейроэндокринной систем. С этим связаны результаты работы по изучению состояния гонадотропной активности гипофиза при воздействии ЭМП. Многократное облучение ЭМП вызывает понижение активности гипофиза [17].

Симптомы, наиболее часто возникающие у гиперчувствительных людей:

- Нервная система (усталость, напряжение, нарушения сна)
- Кожа (покалывание, жжение, высыпания)
- Тело (ломота и боль в мышцах)
- Глаза (жжение)
- Различные менее общие симптомы, которые затрагивают уши, нос, горло, а также расстройства желудка[18].

1.5 Опасность воздействия электромагнитного излучения на организм детей

Дети являются наиболее уязвимым слоем населения к воздействию электромагнитных полей (ЭМП). Их организм находится в процессе формирования, а значит, присутствует высокая вероятность негативных последствий от воздействия ЭМП. Например, проведенные исследования показали, что дети, находившиеся вблизи высоковольтных линий электропередачи, имели более высокий риск развития некоторых видов рака (Исследование "Electricpowertransmissionandchildhoodleukemia", InternationalAgencyforResearchonCancer, 2002).

Также известно, что воздействие электромагнитных полей может снижать иммунную защиту организма ребенка, что приводит к болезням дыхательных путей, уха и горла. Вредное воздействие электромагнитных полей может иметь не только краткосрочные, но и долгосрочные последствия. Некоторые из них могут быть следующими: риск развития раковых заболеваний; снижение иммунной защиты организма; нарушение работы ЦНС; различные нарушения зрительной системы; возможность развития эпилепсии и головных болей.

Долгосрочное воздействие электромагнитного излучения может привести к нарушениям развития у детей в области мышления и поведения[19].

2. Гигиеническое нормирование электромагнитных излучений

Гигиеническое нормирование электромагнитных излучений – это установление допустимых значений параметров электромагнитных полей, которые не оказывают вредного воздействия на организм человека. Например, для мобильных телефонов установлено допустимое значение SAR (специфическое абсорбированное энергетическое излучение) - это мера поглощения энергии тканями организма в результате воздействия электромагнитного поля. Для Wi-Fi устройств существуют также допустимые значения интенсивности и мощности излучения. Нормы установлены на основе многочисленных исследований и определяют допустимые предельные значения параметров электромагнитных полей в зависимости от их частоты и типа.

Регулирование электромагнитных излучений осуществляется на государственном уровне и осуществляется через установление специализированных нормативных документов и правил (табл. 2.1). Некоторые из них:

- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к безопасности и питанию персонала электронно-вычислительных средств";
- СанПиН 23-05-95. «Защита от шума и вибрации, тепловых и электромагнитных излучений».
- ДСН 3.3.6.037-99 "Санитарные нормы допустимых уровней шума и вибрации в жилых и общественных зданиях";
- РД 03-484-89 "Системы связи. Гигиенические нормы устройств передачи и приема информации".

Также важным источником литературы являются международные рекомендации и стандарты, разработанные Международной комиссией по защите от неионизирующих излучений (ICNIRP) и Всемирной организацией здравоохранения (WHO). В них определены допустимые значения

параметров электромагнитных полей для общественности и профессиональных групп работников.

Таблица 2.1. Государственные стандарты РФ в области электромагнитной безопасности.

Обозначение	Наименование
ГОСТ 12.1.002-84	Система стандартов безопасности труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряжённости и требования к проведению контроля
ГОСТ 12.1.006-84	Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
ГОСТ 12.1.045-84	Система стандартов безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля

Гигиеническое нормирование электромагнитных излучений основывается на многолетних исследованиях и регулярно обновляется с учетом новых научных данных и технических достижений. Это позволяет обеспечить эффективную защиту населения от негативного воздействия электромагнитных полей.

2.1 Предельно-допустимые уровни воздействия переменных электромагнитных полей частотой 50Гц при производстве работ под напряжением на воздушных линиях электропередачи напряжением 220-150 кВ

При производстве работ под напряжением на воздушных линиях электропередачи напряжением 220-150 кВ, необходимо соблюдать предельно-допустимые уровни воздействия переменных электромагнитных полей (ВЭМП) частотой 50 Гц на работников, чтобы не допустить их воздействия на здоровье.

В соответствии с действующими нормативными документами, такими как СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 "Гигиенические требования к безопасности и питанию персонала электронно-вычислительных средств" и СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Гигиенические требования к устройству, содержанию и организации работы на железнодорожном транспорте", предельно-допустимые уровни ВЭМП для работников, выполняющих работы под напряжением на воздушных линиях электропередачи в диапазоне напряжений 220-150 кВ, составляют:

- для электрического поля - 5 кВ/м;
- для магнитной индукции - 1 мТл[20].

Эти значения определены в зависимости от времени нахождения работника в зоне действия ВЭМП и расстояния между работником и источником ВЭМП, а также от текущего уровня тока на линии электропередачи.

Для оценки соответствия фактических значений ВЭМП уровням, допустимым для работников, проводятся специальные измерения. В случае превышения установленных нормативных значений проводятся мероприятия по ограничению доступа работников к зоне действия ВЭМП, изменению режима работы оборудования или проведению других мероприятий по снижению ВЭМП до допустимых значений.

Таким образом, контроль предельно-допустимых уровней ВЭМП является важным условием для обеспечения здоровья и безопасности работников, занятых в проведении работ под напряжением на воздушных линиях электропередачи напряжением 220-150 кВ.

2.2 Пределно-допустимые уровни воздействия переменных электромагнитных полей частотой 50Гц в жилых помещениях

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и содержанию жилых и общественных зданий», предельно-допустимые уровни воздействия переменных электромагнитных полей частотой 50Гц в жилых помещениях не должны превышать:

для общей численной плотности магнитного потока – 250 нТл (наноТесла) для жилых и общественных помещений;

для напряженности электрического поля – 5 кВ/м (киловольт/метр) для жилых и общественных помещений [21].

2.3 Пределно допустимые уровни ЭМИ промышленной частоты для населения

Дальность распространения электрического поля от ЛЭП зависит от мощности и класса напряжения ЛЭП. Чем выше напряжение, тем больше зона повышенного уровня электрического поля, при этом размеры зоны не изменяются в течение времени работы линии электропередачи.

Класс напряжения линии электропередач определяется по числу проводов в фазе, т.е. в «связке».

Например:

4 провода соответствует классу напряжения ЛЭП 750 кВ;

3 провода соответствует ЛЭП 500 кВ ;

2 провода соответствует ЛЭП 330 кВ;

1 провод на фазу для ЛЭП 330 кВ и ниже.

Для защиты населения от действия электромагнитного поля в зависимости от мощности ЛЭП, установлены санитарно-защитные зоны, основные требования, к которым, изложены в Санитарных нормах и правилах защиты населения от воздействия электрического поля,

создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты № 2971-84. В соответствии с этими нормами проектируются и строятся все объекты электроснабжения, а санитарно-защитная зона учитывается с проекции крайнего провода [22].

Предельная величина электрического поля ЛЭП, постоянное воздействие которого на население признается безопасным, принята равной 1 кВ/м. До таких значений электрическое поле спадает на расстояниях, приведенных в таблице 2.1 [23].

Таблица 2.1 Границы санитарно-защитных зон для ЛЭП согласно СН № 2971-84

Напряжение на ЛЭП	<20кВ	35кВ	110кВ	150-220кВ	330-500кВ
Размер СЗЗ	10 м	15 м	20 м	25 м	30м

2.4 Методы и средства мониторинга электромагнитного излучения

Мониторинг электромагнитного излучения – это процесс систематического наблюдения и измерения различных параметров электромагнитного поля вокруг источников излучения. Он является важным инструментом оценки уровня электромагнитной безопасности в рабочих и общественных помещениях.

Для проведения мониторинга электромагнитного излучения используются различные методы и средства. Один из самых распространенных методов – это измерение электромагнитных полей с помощью мобильных устройств (смартфоны и планшеты) с соответствующим приложением. Этот метод позволяет быстро и легко измерить уровень излучения на определенной точке.

Другой метод – это использование специализированных приборов, таких как спектроанализаторы, дозиметры и радиометры. Они позволяют проводить более точные измерения и получать более полную информацию о характеристиках электромагнитных полей.

Использование компьютерных программ для расчета и моделирования электромагнитных полей также является распространенным методом мониторинга. Эти программы могут использоваться для определения уровня излучения в различных точках и помогают определить, какие источники излучения могут быть причиной проблем.

Одним из средств мониторинга электромагнитного излучения является специализированное оборудование, такое как детекторы микроволн и дозиметры. Эти устройства предназначены для измерения уровня излучения вблизи микроволновых печей, радио- и телевизионных вышек и других источников излучения.

Также популярным средством мониторинга является мобильное приложение «EcoRadar», разработанное для отслеживания уровня электромагнитного излучения в окружающей среде. Приложение позволяет определить уровень излучения в конкретных точках на карте, а также сравнивать его с рекомендуемыми нормами [24].

3. Натурные измерения электромагнитного излучения на территории Калининского района Санкт-Петербурга и полученные результаты

3.1 Обоснование выбора района исследования

В качестве района для проведения натурных измерений электромагнитного загрязнения был выбран Калининский район г. Санкт-Петербург.

Калининский район расположен в северной части города и занимает площадь 740,1 км², население района – 536,7 тыс. жителей [25].

Вдоль проспекта Маршала Блюхера, Кондратьевского проспекта и Лабораторной улицы располагаются современные многоквартирные дома, социально-значимые объекты, школы, парки, магазины и детские площадки. И здесь же расположен комплекс воздушных линий высоковольтных электропередач. Электромагнитное излучение, в случае нарушения границ санитарно-защитных зон вокруг ЛЭП, может негативно повлиять на здоровье населения и, в особенности, на развитие детей.

В таблицах 3.1 – 3.6 представлены результаты натурных наблюдений, которые проводились в мае и начале июня 2023 года.

Таблица 3.1 Наблюдения за электромагнитным и магнитным полем, станции № 1– 6.

Станция № 1 – остановка общ. транспорта. Перекресток пр. Маршала Блюхера и Лабораторного проспекта.		
	Электромагнитное поле, V/м	Магнитное поле, μ W/ см ²
20 см	0	4
100 см	12	5
200 см	68	6
Станция № 2 – Линия ЛЭП, центр, вдоль пр. Маршала Блюхера		

Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	3	5
100 см	240	6
200 см	Более 2000	7
Станция № 3 – ЛЭП, вышка		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	3	5
100 см	105	7
200 см	300	8
Станция № 4 – Вблизи жилого дома, Кондратьевский пр. 62, корп. 7		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	0	5
100 см	15	6
200 см	170	7
Станция № 5 – ЛЭП, ось, между вышками		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	1360	5
100 см	Более 2000	6
200 см	Более 2000	8

Таблица 3.2 Наблюдения за электромагнитным и магнитным полем, станции № 6 – 10.

Станция № 6 – Вблизи жилого дома, Кондратьевский пр. 62, корп. 6		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	0	3
100 см	0	3
200 см	0	4
Станция № 7 – ЛЭП, ось, между вышками		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	115	7
100 см	Более 2000	8
200 см	Более 2000	8

Станция № 8 – Парковка, Кондратьевский пр. 62, корп. 7		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	6	5
100 см	70	5
200 см	240	6
Станция № 9– Кондратьевский пр. 62, корп. 7, правый угол жилого дома		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	20	3
100 см	76	5
200 см	215	5
Станция № 10– Аптека Алоэ, Пятерочка, Кондратьевский проспект, 40 м до ЛЭП.		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	150	3
100 см	1450	4
200 см	Более 2000	4

Таблица 3.3 Наблюдения за электромагнитным и магнитным полем, станции № 11– 15.

Станция № 11 – Кондратьевский проспект, д. 75, корп. 1, 60 м до вышки ЛЭП		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	0	3
100 см	0	3
200 см	0	5
Станция № 12– Детская площадка, 70 м до оси ЛЭП (напротив проводов)		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	0	3
100 см	50	4
200 см	108	5
Станция № 13 – Кондратьевский проспект, д. 75, корп. 2, напротив вышки ЛЭП, 60 м до оси		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$

20 см	0	4
100 см	0	4
200 см	0	5
Станция № 14 – Кондратьевский проспект, д. 75, корп. 2, напротив вышки ЛЭП, 30 м до оси		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	30	7
100 см	550	7
200 см	Более 2000	8
Станция № 15 – Кондратьевский проспект, д. 75, корп. 2, напротив вышки ЛЭП, 5 м до оси		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	520	7
100 см	1700	7
200 см	Более 2000	8

Таблица 3.4 Наблюдения за электромагнитным и магнитным полем, станции № 16– 20.

Станция № 16 – Проспект Маршала Блюхера, д. 31, 80 м до вышки ЛЭП		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	0	4
100 см	0	4
200 см	0	4
Станция № 17 – Угол проспекта Маршала Блюхера и ул. Замшина, д. 35		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	0	5
100 см	0	6
200 см	32	7
Станция № 18 – Остановка общественного транспорта, перекресток проспекта Маршала Блюхера и ул. Замшина		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$

20 см	20	7
100 см	170	7
200 см	390	7
Станция № 19 – Вдоль ул. Замшина, 5 м от оси ЛЭП		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	30	6
100 см	950	7
200 см	Более 2000	8
Станция № 20 – ул. Замшина д.50, 70 м до оси ЛЭП		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	0	4
100 см	0	4
200 см	0	5

Таблица 3.5 Наблюдения за электромагнитным и магнитным полем, станции № 21– 25.

Станция № 21– Ул.Замшина, Лиственничная аллея		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	0	3
100 см	0	3
200 см	0	4
Станция № 22 – Ул. Замшина, д. 25. корп. 2, 50 м до оси ЛЭП		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	0	5
100 см	0	5
200 см	13	6
Станция № 23 – Под осью ЛЭП, напротив ул. Замшина, д. 25. корп. 2,		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	100	2
100 см	Более 2000	3

200 см	Более 2000	3
Станция № 24 – Ул. Замшина, д. 25. корп. 4, 100 м до оси ЛЭП		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	0	2
100 см	0	3
200 см	22	4
Станция № 25 – Ул. Замшина, д. 25. корп. 2, правый угол, 50 м до оси ЛЭП		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	0	3
100 см	0	4
200 см	42	4

Таблица 3.6 Наблюдения за электромагнитным и магнитным полем, станции № 26–40

Станция № 26– Проспект Маршала Блюхера, 90 м до ЛЭП		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	12	7
100 см	60	7
200 см	178	8
Станция № 27 – Остановка общественного транспорта ул. Замшина, 100 м до ЛЭП		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	0	7
100 см	99	2
200 см	349	0
Станция № 28 – Пешеходный переход, ул. Замшина, 40 м до ЛЭП		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	0	1
100 см	83	0
200 см	530	0
Станция № 29 – вышка ЛЭП		

Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	22	15
100 см	383	9
200 см	Более 2000	7
Станция № 30 – ул. Замшина 25к1, 10 м до ЛЭП		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	105	22
100 см	1138	23
200 см	Более 2000	0
Станция № 31 – парк Академика Сахарова, 50 м до ЛЭП		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	58	18
100 см	588	13
200 см	1623	8
Станция № 32 – парк Академика Сахарова, ось ЛЭП (под проводами)		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	1289	21
100 см	Более 2000	27
200 см	Более 2000	0
Станция № 33 – парк Академика Сахарова, 200 м до ЛЭП		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	0	0
100 см	96	0
200 см	327	0
Станция № 34 – парк Академика Сахарова, 30 м до ЛЭП		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/ cm^2$
20 см	246	11
100 см	Более 2000	10
200 см	Более 2000	0
Станция № 35 – остановка общественного транспорта Пискаревский проспект		

Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/см^2$
20 см	145	28
100 см	1649	30
200 см	Более 2000	6
Станция № 36 – Пешеходный переход, светофор, Пискаревский проспект, 60 м до ЛЭП		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/см^2$
20 см	244	21
100 см	1740	12
200 см	Более 2000	16
Станция № 37 – магазин Магнит, Пискаревский проспект 35, 60 м до ЛЭП		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/см^2$
20 см	0	7
100 см	5	8
200 см	105	6
Станция № 38 – ул. Маршала Блюхера 36к1, 60 м до ЛЭП		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/см^2$
20 см	0	7
100 см	33	0
200 см	159	0
Станция № 39 – Детская площадка, ул. Маршала Блюхера 36к1, 60 м до ЛЭП		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/см^2$
20 см	0	0
100 см	33	0
200 см	129	0
Станция № 40 – школа 421, 150 м до ЛЭП		
Электромагнитное поле, V/м		Магнитное поле, $\mu W/см^2$
20 см	0	9
100 см	0	7
200 см	0	0

3.2 Измерительный прибор и методика исследования

Для выполнения исследования использовался измеритель электромагнитного и магнитного поля «Мегеон 07100», показанный на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Прибор измеритель электромагнитного и магнитного поля «Мегеон 07100». Измерения на станции № 40

Технические характеристики данного прибора:

Дисплей: 3 индикатора (+ индикатор 1/2), ЖК

Диапазон измерения:

Для электрического поля - 1-1999 В/м,

Для магнитного поля - 0,01 - 19,99 мкТл

Диапазон частот: 5 Гц - 3500 МГц.

Точность:

Для электрического поля ± 1 В/м

Для магнитного поля $\pm 0,01$ мкТл

Единицы измерения:

V/m - Для электрического поля - В/м

$\mu\text{TW}/\text{cm}^2$ - Для магнитного поля - мкТл

Уровень тревоги:

Для электрического поля - 40 В/м,

Для магнитного поля - 0,4 мкТл

Время замера: около 0,4 сек

Чувствительный элемент: расположен вверху устройства

Индикация перегрузки: Индикатор "OL" на дисплее

Рабочая температура: от -15 до +60 °С

Рабочая влажность: менее 80%

Питание: Батарея типа «Крона», 9 В

Габаритные размеры: 132 мм (Д) x 69 мм (Ш) на 31 мм (В)

Масса: 140 г.

Исследование проводилось 25 в 40 точках Калининского района г. Санкт-Петербург на расстоянии 20 см, 100 см, 200 см от земли.

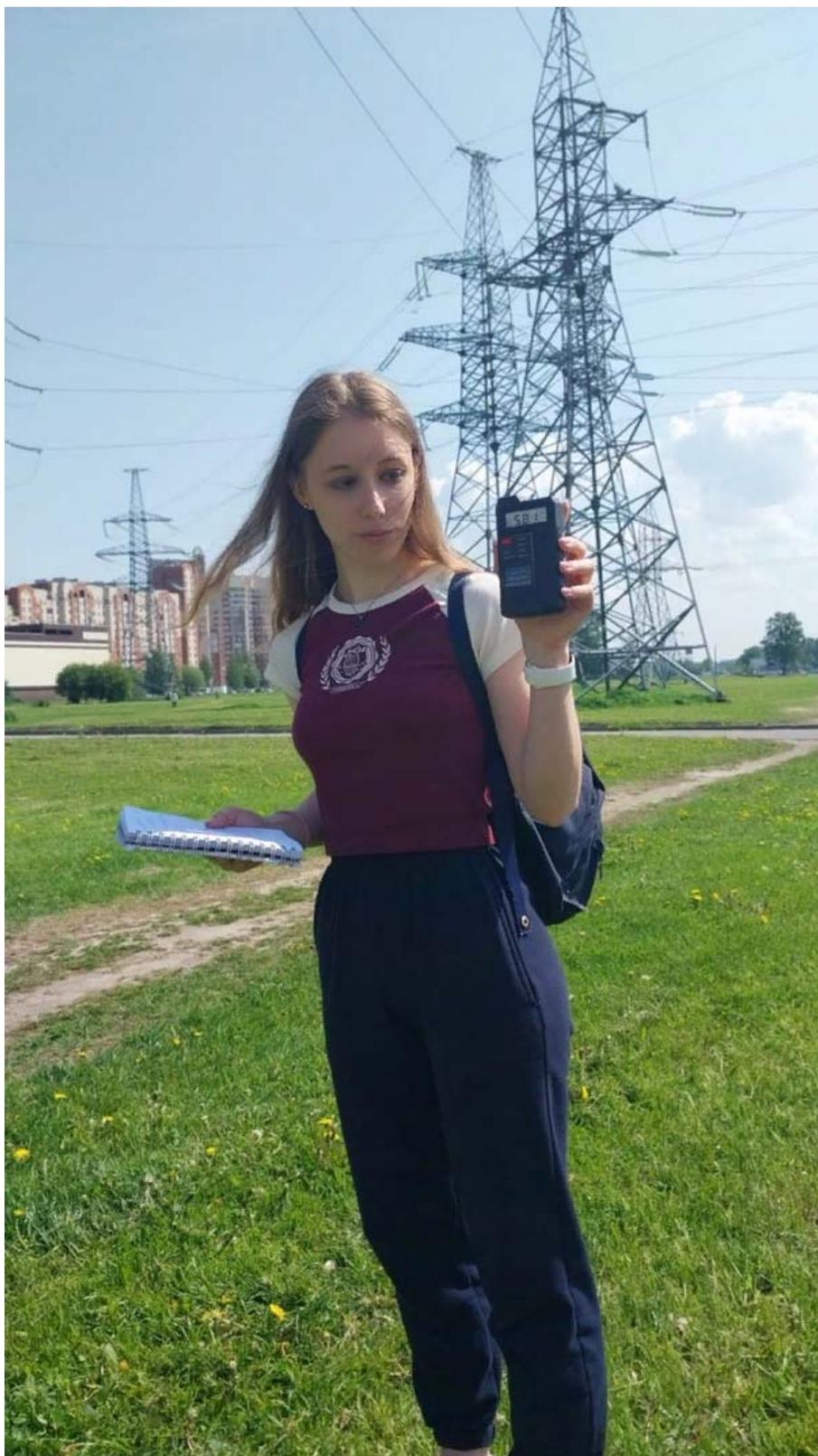


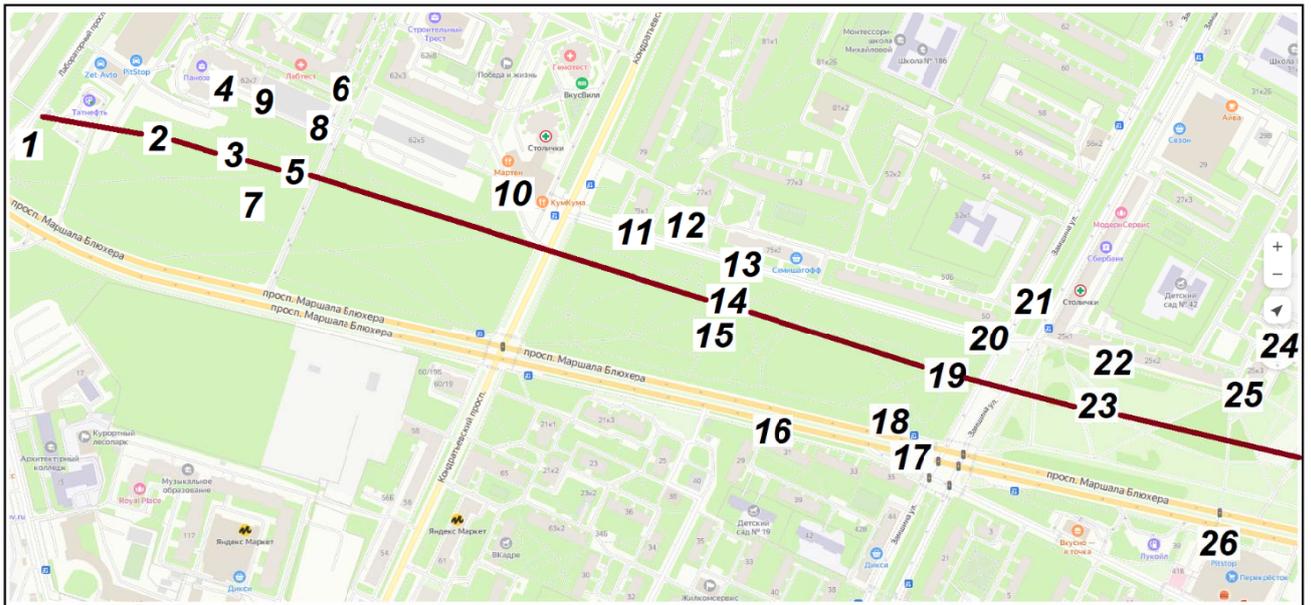
Рисунок 3.2 – Измерения электромагнитного излучения на станции № 2.



Рисунок 3.3 – Измерения электромагнитного излучения на станциях №35, №38, №10.

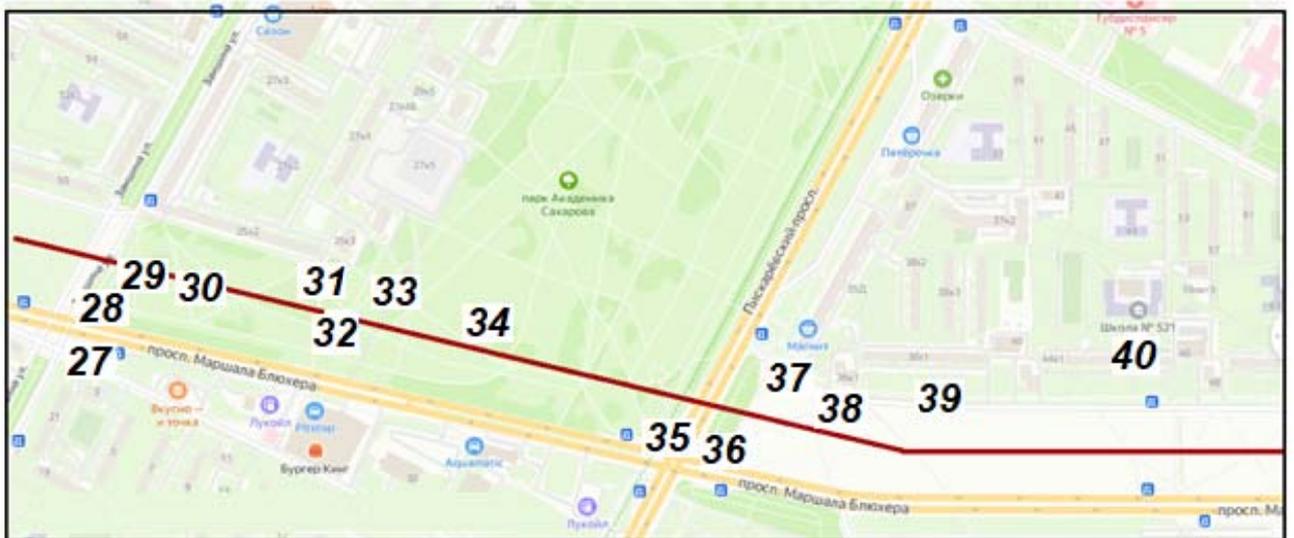
3.3 Анализ полученных натурных измерений

Измерение электромагнитного излучения проводилось 25 мая 2023 года и 5 июня 2023 года в Калининском районе в 40 станциях наблюдения. Схема станций наблюдений изображена на рисунках 3.2 и 3.3.



Высоковольтная линия электропередачи

Рисунок 3.4 Схема расположения станций наблюдений № 1 – 26



Высоковольтная линия электропередачи

Рисунок 3.5 Схема расположения станций наблюдений №27 – 40

Результат измерений электромагнитного излучения рядом с Кондратьевским проспектом показали превышения на станциях №2, №5 и №7, так как данные станции располагались непосредственно под осью проводов между вышками ЛЭП. Расстояние до жилой застройки удовлетворяет нормы.

Для воздушных ЛЭП устанавливаются охранные зоны с обеих сторон от проекции крайних проводов. Для ЛЭП 220 кВ расстояние до постройки 25 м.

Станция №6 располагалась вблизи жилого дома, Кондратьевский проспект 62кб. Превышений замечено не было, значения нулевые.

Станция №10 – Аптека Алоэ, Пятерочка, Кондратьевский проспект, 40 м до ЛЭП. Мы наблюдали значительные превышения значений. При норме 10в/м на расстоянии 20 см от земли превышения в 15 раз, на расстоянии 1 м от земли превышения в 145 раз. Аптека и магазин продуктов подразумевают под собой постоянные скопления людей. Такие значения электромагнитного излучения могут негативно сказаться на организме взрослого человека, а также на детях, которые особенно чувствительны к излучениям данного вида.

Станция №12 – Детская площадка, 70 м до оси ЛЭП (напротив проводов).

Детская площадка – это место постоянного скопления детей всех возрастов. На расстоянии 20 см от земли превышений зафиксировано не было, однако уже на расстоянии 1 м от земли мы наблюдали превышение в 5 раз.

Станции №14 и №15 хоть и располагались непосредственно под ЛЭП на безопасном расстоянии от жилых домов, но это зеленая зона, где постоянно гуляют люди с детьми и животными, а соответственно подвергают себя большим рискам, связанными с электромагнитным излучением.

Станции №16 и №17 располагались на значительном расстоянии от ЛЭП, значения нулевые.

Станция №18 – Остановка общественного транспорта, перекресток проспекта Маршала Блюхера и ул. Замшина. Превышения на расстоянии 20 см от земли в 2 раза, а на расстоянии 1 м от земли в 17 раз. На расстоянии 2 м от земли – в 39 раз. Данные значения недопустимы для остановки общественного транспорта.

Станции №20, №21, №22, №24 и №25 располагались на значительном расстоянии от ЛЭП, значения нулевые.

Станция №27 – Остановка общественного транспорта ул. Замшина, 100 м до ЛЭП. Превышения в 9 раз на расстоянии 1 м от земли и в 35 раз на расстоянии 2 м от земли.

Станции №29, №30, №31, №32, №33 и №34 располагались вблизи ЛЭП, но данные станции так же являются зелеными зонами, а значит так постоянно будут находиться люди. Превышения значений в некоторых точках доходят аж до 200 раз.

Станция № 39 – Детская площадка, ул. Маршала Блюхера 36к1, 60 м до ЛЭП. Превышения на расстоянии 1 м от земли в 3 раза, а на расстоянии 2 м от земли в 13 раз.

Результаты наблюдений за электромагнитным и магнитным полями в Калининском районе представлены на рисунках 3.6, 3.7, 3.8, 3.9.

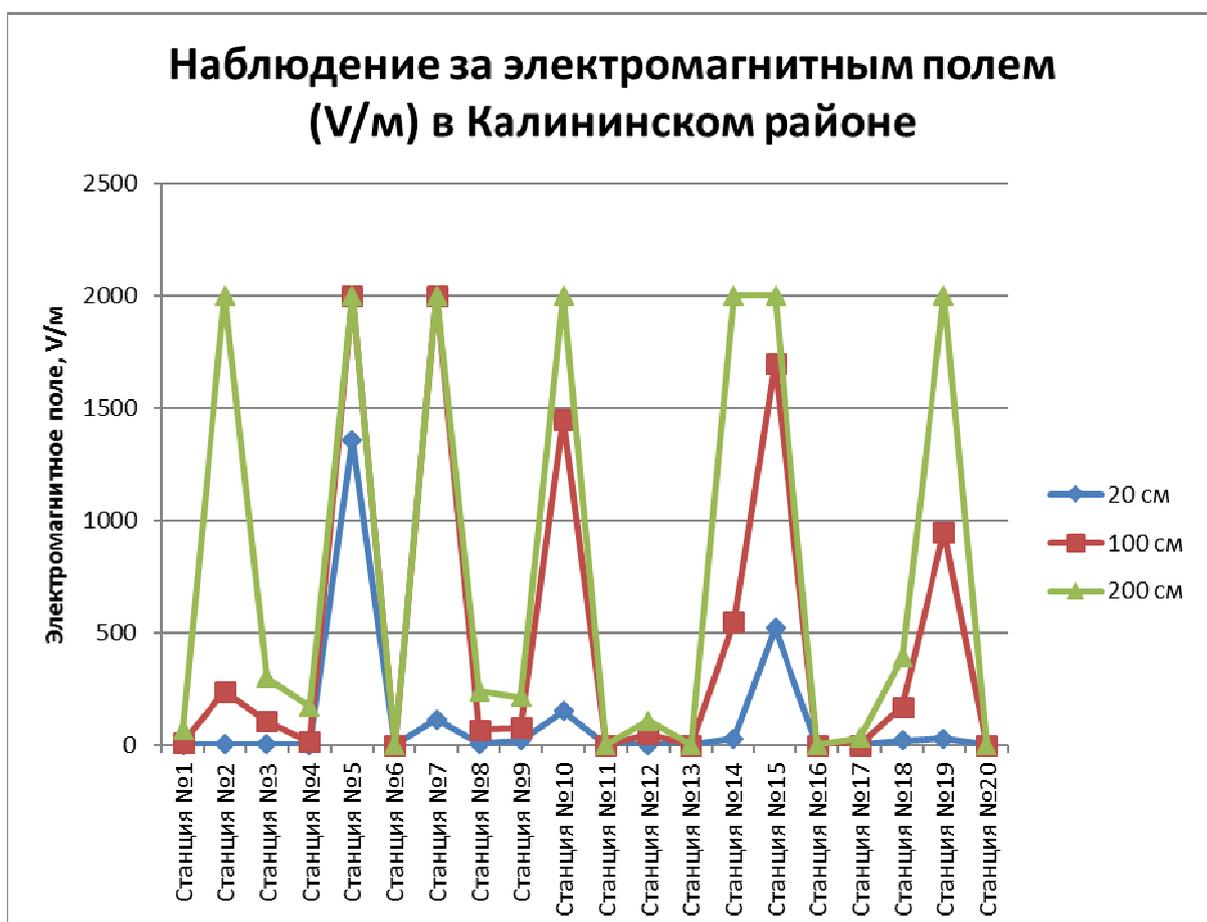


Рисунок 3.6 – Результаты наблюдений за напряженностью электромагнитного поля в Калининском районе, станции №1-20

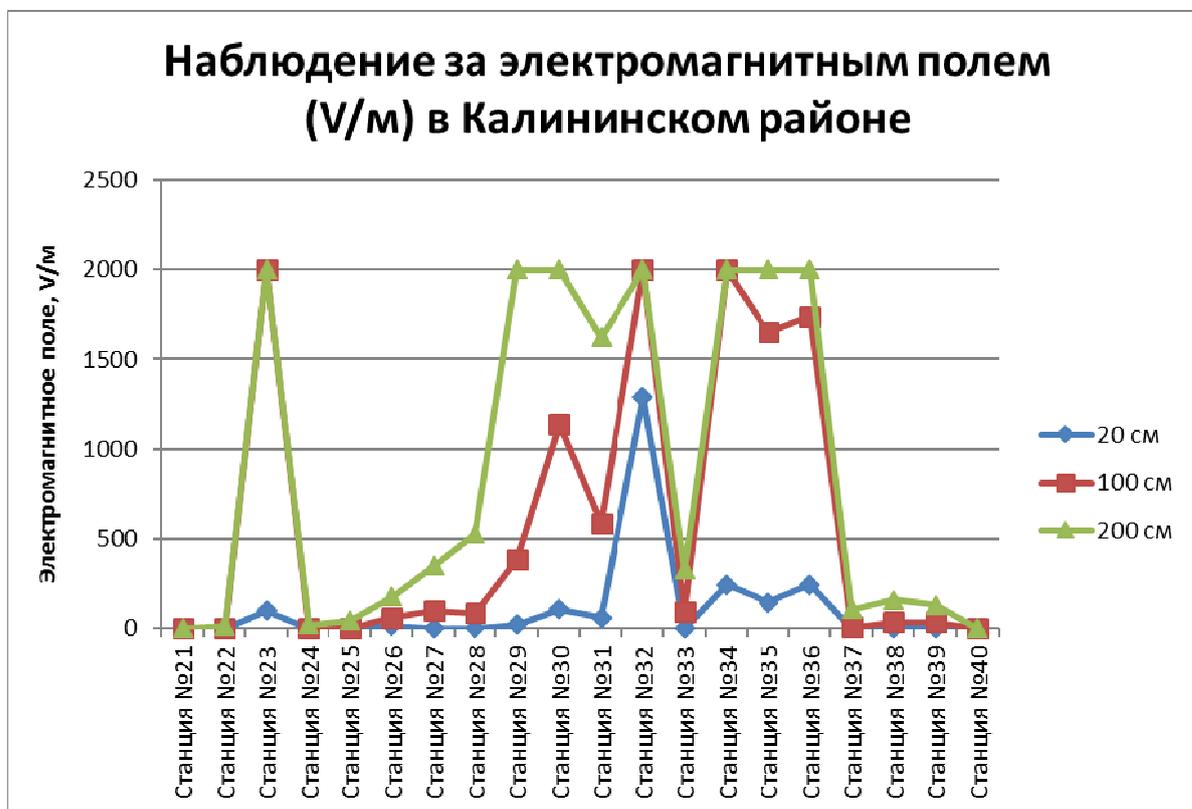


Рисунок 3.7 – Результаты наблюдений за напряженностью электромагнитного поля в Калининском районе, станции №21-40

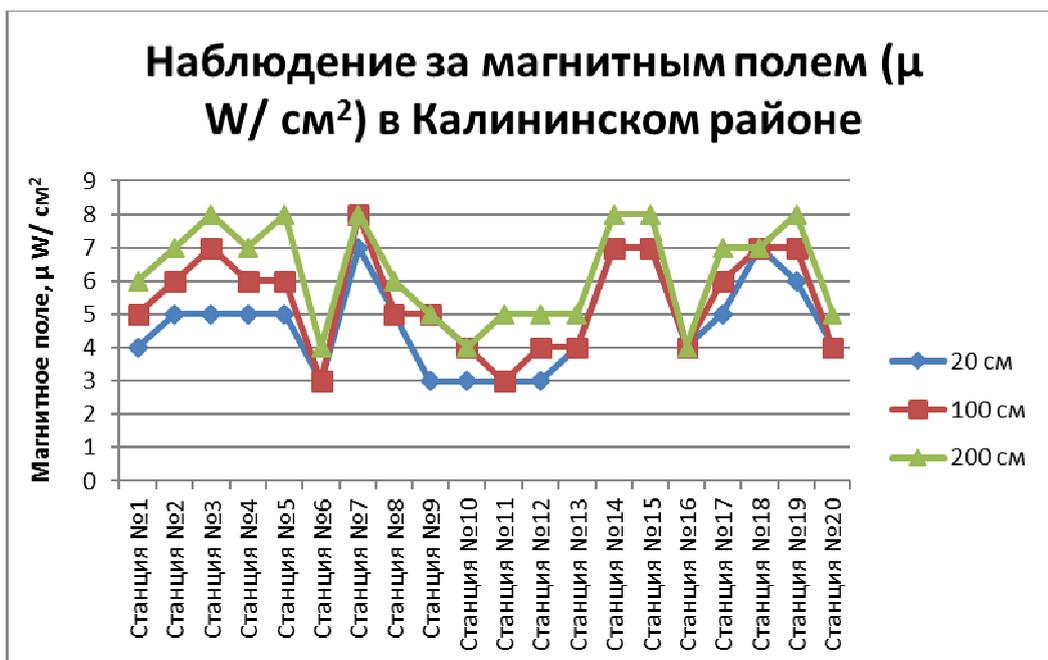


Рисунок 3.8 – Результаты наблюдений за магнитным полем в Калининском районе, станции №1-20

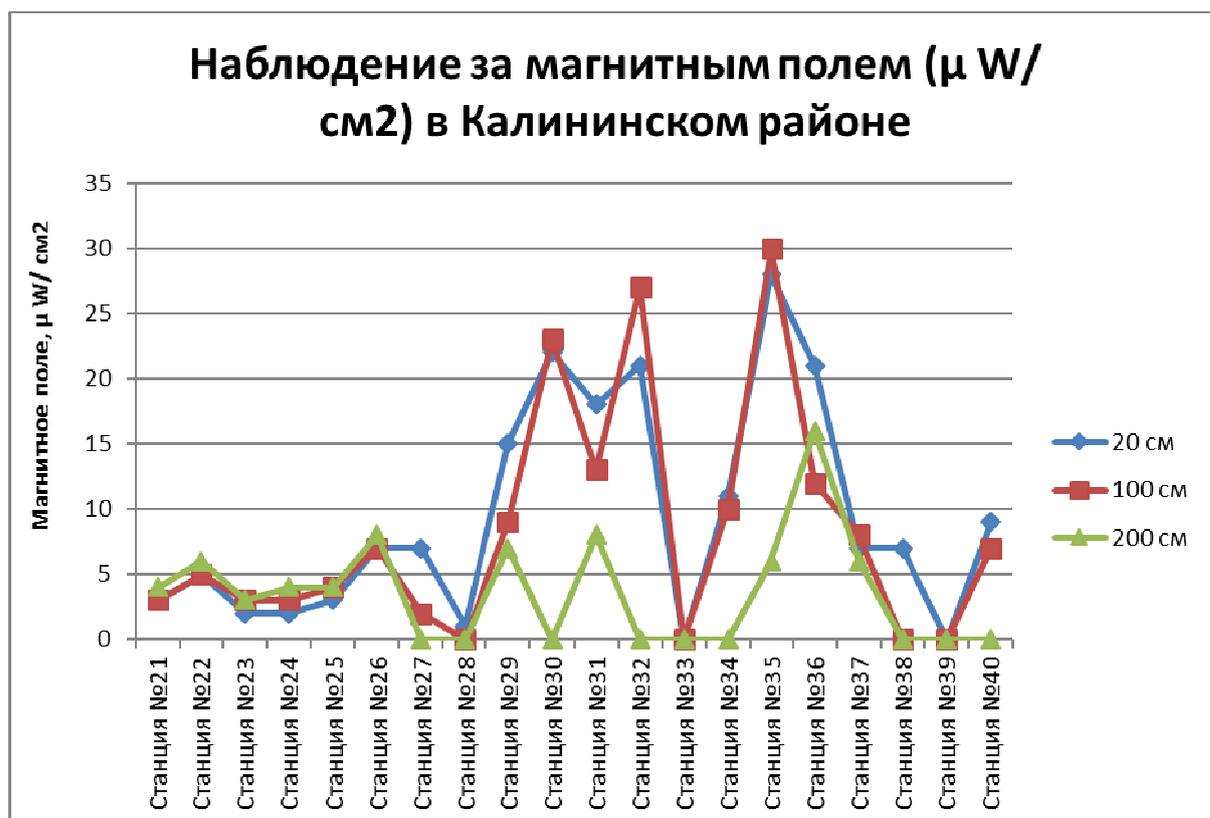


Рисунок 3.9 – Результаты наблюдений за магнитным полем в Калининском районе, станции №21-40

4. Практические рекомендации по снижению негативного воздействия электромагнитного излучения

Электромагнитное излучение в наше время является неотъемлемой частью нашей жизни, так как мы постоянно используем множество оборудования, которое создает данное излучение. Однако, по-прежнему не до конца изучены последствия постоянного воздействия на человека.

Самыми актуальными мерами для защиты населения от электромагнитного излучения, исходящего от воздушных линий электропередач служат [26]:

- 1) перенос воздушных линий электропередач под землю. Минус такого решения – большие финансовые затраты;
- 2) планирование застройки жилых массивов рядом с высоковольтными линиями электропередач производить в соответствии с размерами санитарно-защитных зон;
- 3) применение экранирования окон помещений, зенитных фонарей, перегородок;
- 4) при строительстве жилых домов в качестве заземления применять металлические сетки, металлические листы или любые другие проводящие

покрытия, в том числе и специально разработанные строительные материалы;

5) вдоль санитарно-защитных зон проектировать здания, в которых люди пребывают ограниченное время в сутки (склады, боксы, гаражи и др.);

б) экранирование помещений металлизированным стеклом, обладающим экранирующими свойствами.

Так же существует несколько простых рекомендаций, которые позволяют снизить негативное воздействие электромагнитного излучения на организм непосредственно дома:

1. Сократить время использования мобильных телефонов. Наибольшее излучение излучает аппарат в моменты установки связи.

Использование мобильных устройств, таких как смартфоны, планшеты и ноутбуки, может вести к излучению электромагнитных полей. Снижение количества времени использования подобных устройств можно считать одной из эффективных мер предотвращения негативного воздействия электромагнитного излучения.

2. Поставить телефон на максимальное расстояние от тела. Это касается не только телефонов, но и ноутбуков, телевизоров, микроволновок и прочего электрического оборудования.

3. Оптимальный выбор оборудования. В настоящее время на рынке представлено множество устройств, благодаря которым можно избежать негативного воздействия. Например, существуют системы, позволяющие снизить излучение в машине и на рабочем месте.

4. Использование защитных чехлов. Специальные чехлы для мобильных телефонов позволяют снизить вредное воздействие излучения на организм.

5. Используйте обычные лампочки. Лампочки со спиралью нагревательного элемента будут источником электромагнитного излучения, которое может негативно влиять на здоровье. Использование обычных

лампочек без использования светодиодных или других типов лампочек, может снизить уровень излучения.

6. Ограничивайте время, проводимое за экраном, особенно детей, так как они более чувствительны к электромагнитному излучению.

7. Соблюдение определённого расстояния при работе с оборудованием. Оно должно быть не менее 1,5 м от человека.

8. Использование полиэтиленовых пакетов для хранения оборудования. Это позволяет защитить организм от излучения.

9. Проведение регулярных перерывов в работе с оборудованием. Так, работники офисов могут проводить короткие зарядки или разминки между работой на компьютере.

Вышеперечисленные рекомендации не избавят нас от электромагнитного излучения, но значительно уменьшат его воздействие на организм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщение литературных данных и результатов собственных натурных наблюдений заэлектромагнитным излучением на 40 станциях в Калининском районе Санкт-Петербурга позволило сформулировать следующие основные выводы.

1. Был проведен анализ 40 различных точек городской среды Калининского района на предмет уровня электромагнитного излучения через использование специального прибора. Результаты показали, что уровни излучения имеют значительные превышения.

2. По имеющимся натурным данным видно, что интенсивность электромагнитного поля увеличивается с приближением к проводам.

3. Наибольшие значения ЭМИ непосредственно под линией электропередач наблюдались на станциях №2, №5, №7, №15, №19, №23, №29 и №30.

4. Наибольшие отклонения от нормы рядом с местами постоянного нахождения людей (остановки общественного транспорта, магазины, детские площадки, зеленые зоны и парки и тд.) наблюдались на станциях №10

(аптека, магазин «пятерочка»), №31 и №34(парк Академика Сахарова) №35 (остановка общественного транспорта), № 36 (пешеходный переход)

5. Наибольшие отклонения от нормы около жилых зданий наблюдалась на станциях №4 (Кондратьевский пр. 62, корп. 7), №9 (Кондратьевский пр. 62, корп. 7, правый угол жилого дома), №38 (ул. Маршала Блюхера 36к1)

6. Нулевых значений около жилых зданий удалось добиться на станциях №6 (Вблизи жилого дома, Кондратьевский пр. 62, корп. 6), №11(Кондратьевский проспект, д. 75, корп.), №13 (Кондратьевский проспект, д. 75, корп. 2), №16 (Проспект Маршала Блюхера, д. 31), №20 (ул. Замшина д.50). А так же возле школы №421 – станция №40. Это объясняется тем, что расстояние до ЛЭП было достаточно большим (минимум 60 м до оси ЛЭП).

7. Проанализированы возможные источники значимого электромагнитного излучения в городской среде, включая мобильные сети связи, ЛЭП, радио- и телевизионные передатчики, бытовые приборы и другие устройства. Было обнаружено, что основным источником ЭМИ является ЛЭП.

8. Разработаны рекомендации по снижению уровня электромагнитного излучения в городской среде, которые могут быть применены в будущих исследованиях и практических проектах по обеспечению безопасности эксплуатации устройств, которые могут быть необходимы для уменьшения воздействия ЭМИ на окружающую среду и людей.

Таким образом, результаты данной дипломной работы могут помочь в понимании проблемы электромагнитного излучения в городской среде и способствовать дальнейшим исследованиям в этой области. В целом, данная работа является важным шагом в понимании влияния технологий на окружающую среду и людей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дубров А.П. Геомагнитное поле и жизнь. - Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 175с.
2. Трофимова Т.И. Курс физики: Учеб. Пособие для вузов. – 7-е изд., стер.- М.: Высш. Шк., 2003.- 541 с.
3. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics, Volume 74, Issue 4. 1998.
4. <https://www.who.int/initiatives/the-international-emf-project>
5. [Электронный ресурс]. – URL:<https://www.icnirp.org/> (дата обращения: 25.04.2023).
6. [Электронный ресурс]. – URL:<http://www.emf-net.ru/> (дата обращения: 25.04.2023).
7. "Электромагнитные поля в городской среде: оценка и управление рисками". В.П. Свердлов, В.В. Выговский, Е.А. Красовская. // Физика в высшей школе. – 2016. – Т. 22, № 6. – С. 53-60.

8. Исследование влияния электромагнитных полей на здоровье населения г. Москвы". Н.А. Овчаренко, Н.В. Дашкевич, И.А. Перминов и др. // Экология человека. – 2013. – № 6. – С. 35-40.
9. E. Necht, Optics, 2017
10. Любимов В.В. Биотропность естественных и искусственно созданных электромагнитных полей. Аналитический обзор. Препринт No.7 (1103) М.: ИЗМИРАН, 1997. - 85 с.
11. Леднев В.В. Биоэффекты слабых комбинированных, постоянных и переменных магнитных полей. Биофизика. М: Наука, 1996, Т.41, Вып.1. С.224.
12. Пресман А.С. Электромагнитная сигнализация в живой природе. М.:Наука, 2004. – 143 с.
13. Гуревич, А.Г. «Электродинамика сплошных сред», Наука, Москва, 1988.
14. Источники электромагнитного излучения в городских условиях. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.techcult.ru/science/9184-istochiki-elektromagnitnogo-izlucheniya-v-gorodskikh-usloviyakh.html> (дата обращения: 25.04.2023).
15. Леднев В.В. Биоэффекты слабых комбинированных, постоянных и переменных магнитных полей. Биофизика. М: Наука, 1996, Т.41, Вып.1. С.224.
16. Грачев Н.Н. Средства и методы защиты от электромагнитных и ионизирующих излучений. М., изд-во МИЭМ, 2005.– 215 с.
17. Госьков П.И Информационно-энергетическое воздействие токов промышленной частоты на здоровье человека /П.И. Госьков, В.Н. Беккер, Ю.А. Шамов. <http://astu.secna.ru/~sua/goskov.htm>
18. Петрова Д.В., Минаева И.В., Рыбакин В.И. Влияние электромагнитного излучения на здоровье человека // Медицинские технологии, 2013, №5. - С. 28-31.

19. International Agency for Research on Cancer. "Electric power transmission and childhood leukemia." IARC workinggroupreports, Vol. 1. Кембридж, Великобритания: IARC Press, 2002.
20. СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 "Гигиенические требования к безопасности и питанию персонала электронно-вычислительных средств"
21. СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 «Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и содержанию жилых и общественных зданий»
22. Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты [Электронный ресурс]: СанПин 2971-84. – Введ. Главный государственный санитарный врач СССР от 23.02.1984. Режим доступа: stroytenders.ru
23. Допустимые параметры электромагнитных излучений в помещениях жилых и общественных зданий и на селитебных территориях [Текст]: МГСН 2.03-97. – Введ. Правительство Москвы от 01.04.1997. – М.: ГУП "НИАЦ", 1997.
24. По материалам сайта <https://www.elektromagmonitoring.ru/monitoring-elektromagnitnogo-izlucheniya/>
25. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.gov.spb.ru/gov/terr/reg_kalinin/ (дата обращения: 25.04.2023).
26. Грачев Н.Н. Средства и методы защиты от электромагнитных и ионизирующих излучений [Текст]/ Н.Н. Грачев //-М., изд-во МИЭМ, 2005.– 215 с.